

La mayoría de las emisoras de **TV vía satélite** han comenzado a transmitir en **formato digital**. Es inevitable que entre los **usuarios** e incluso entre los **instaladores** de antenas parabólicas reine una lógica **confusión** y que sus dudas aumenten continuamente.

Muchos usuarios se preguntan si sus viejos **televisores analógicos** son adecuados para recibir **señales digitales** y si su **instalación analógica** utilizada para conectar la antena parabólica al televisor tiene que ser **modificada**.

La respuesta a la primera cuestión es que una **TV** diseñada para señales analógicas **no** puede procesar **señales digitales**. Para solucionar este problema es necesario adquirir un **decodificador digital** que debe conectarse al

## Conocer

viejo televisor utilizando la toma **Scart (euroconector)**, tal como se muestra en la Fig.3.

En cuanto a la **instalación** que conecta la **antena parabólica** al **decodificador** tendrá que **renovarse** únicamente si el **cable coaxial** no tiene la suficiente **calidad**.

Por otro lado los **técnicos** que realizan instalaciones para **antenas de TV vía satélite** con **señales analógicas** tienen que **renovar** sus **conocimientos**, ya que para realizar una instalación para señales digitales hay que adoptar **técnicas diferentes**.

En efecto, con la **TV analógica** los antenistas controlan cuántos **dBmicrovoltios** llegan a las tomas TV de cada piso. Ahora bien con la llegada de la **TV digital** no se trabaja con dBmicrovoltios sino con **MPEG-QPSK-FEC-BER**, siglas que suelen resultar un enigma ya que nadie les ha explicado en detalle lo que significan.

No obstante la instalación de **TV** para **señales digitales** es muy **parecida** a una instalación para **señales analógicas**. La señal también se



obtiene de un **convertidor LNB** fijado sobre una **parábola**, luego, mediante un **cable coaxial**, se lleva a la entrada de un **decodificador** que procesa las señales digitales (ver Fig.3).

De esta forma el **antena** solo tiene que hacer llegar, sin pérdidas, la señal obtenida directamente por la **antena parabólica** a la toma de entrada del **decodificador**, que a su vez la traslada a la **TV**.

En relación a estas instalaciones nos han llegado muchas consultas preguntando si para realizar **instalaciones digitales** sirve el viejo **Medidor de Campo** para **señales analógicas** o hay que adquirir nuevos medidores adecuados para señales digitales. También para esta pregunta exponemos la respuesta en este artículo.

Con las señales digitales se pueden procesar sonidos e imágenes de **elevada calidad** utilizando **parabólas** de dimensiones **mucho más pequeñas** que las utilizadas para captar señales analógicas.

Otra ventaja importantísima de la **transmisión digital** es que las señales son prácticamente **inmunes** al **ruido eléctrico**, de esta forma no aparecerán en la pantalla los típicos puntos blancos y negros una vez sintonizada una emisora digital.

El formato digital permite ver **imágenes siempre perfectas**, incluso con **señales débiles**, siempre y cuando superen el límite mínimo.

Por último, y sin duda una de sus mayores ventajas, se puede **grabar** la **imagen** de TV en cualquier **soporte** de **almacenamiento digital**.

# la TV DIGITAL

La llegada de la televisión digital vía satélite y de la televisión digital terrestre (TDT) ha supuesto una auténtica revolución en el mundo de las comunicaciones. Si bien para los profesionales es un hecho que las transmisiones digitales tienen enormes ventajas sobre las analógicas surgen muchos interrogantes ya que realmente nadie explica en detalle como funcionan estos sistemas. Este y próximos artículos intentan cubrir esta laguna.

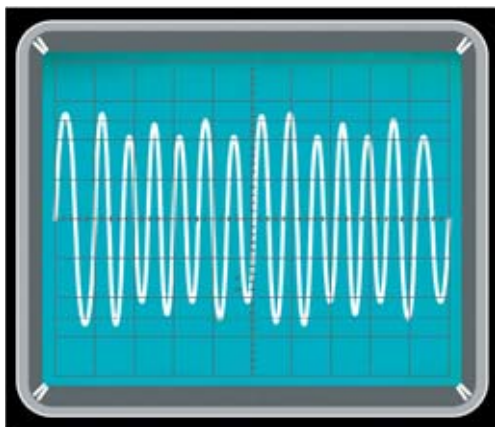


Fig.1 Un señal analógica de TV está compuesta por ondas sinusoidales, por lo que puede ser afectada por los ruidos que afectan a las transmisiones analógicas.

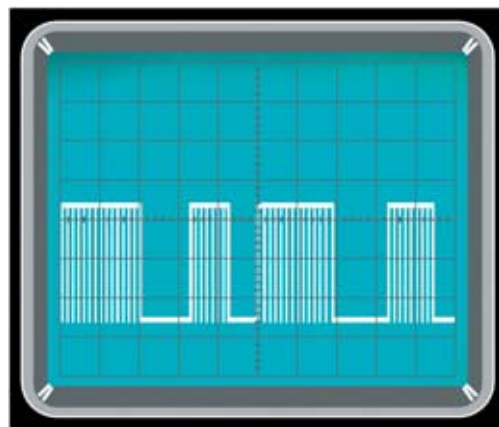


Fig.2 Las señales digitales binarias solo tienen dos posibles niveles de tensión, denominados niveles lógicos 0 y 1. Al solo tener dos niveles las transmisiones son bastante inmunes al ruido eléctrico.

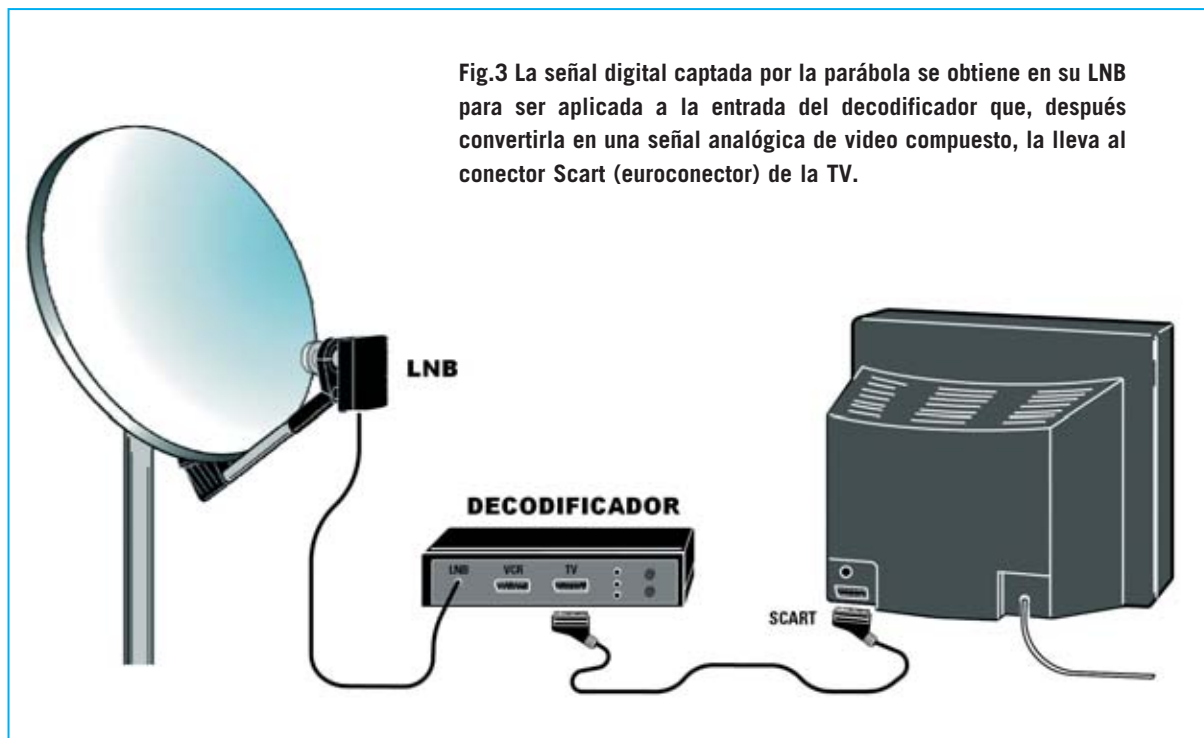


Fig.3 La señal digital captada por la parábola se obtiene en su LNB para ser aplicada a la entrada del decodificador que, después convertirla en una señal analógica de video compuesto, la lleva al conector Scart (euroconector) de la TV.

## SATÉLITES GEOESTACIONARIOS

Los satélites posicionados sobre el eje del **Ecuador terrestre** a una distancia de unos **36.000 Km** y que viajan a la **misma velocidad** angular que nuestro **planeta** parecen **inmóviles** en el cielo. Por este motivo se denominan **geoestacionarios**.

Conociendo su **posición exacta** basta con **dirigir** la **antena parabólica** hacia el **satélite** que se desea captar.

Ahora bien, pocos saben que estos satélites pueden **acercarse** o a **alejarse** de la **Tierra** a causa de la **atracción solar** y **lunar**. Para mantenerlos siempre en su posición hay que realizar **pequeños desplazamientos** ordenados desde la Tierra, consumiendo “**carburante**” en cada corrección.

Justo antes de que se agote el carburante el satélite se desplaza a una órbita más allá de **50.000 Km** de la Tierra, después se **desconecta**. Generalmente la **vida media** de un satélite geoestacionario es de unos **10 años**. Antes de desconectarlo se lanza un **satélite** que lo **sustituirá**.

Cada satélite geoestacionario incluye gran cantidad de **receptores** y **transmisores** alimentados por **paneles solares**.

Los **receptores** captan los programas de TV que las **emisoras** situadas en la **Tierra** mandan hacia el satélite utilizando **enormes antenas parabólicas** (ver Fig.4).

Los **transmisores** reenvían a la Tierra, en **zonas preestablecidas**, los programas de TV utilizando frecuencias entre **10 y 12 GHz**, polarizando las señales en **vertical (V)** y en **horizontal (H)** de forma que utilizan la **misma frecuencia** para **dos emisoras**.

Las señales de TV, siempre de **alta definición**, se transmiten con **varias subportadoras de audio**. De esta forma una película o un evento deportivo se pueden transmitir simultáneamente, por ejemplo, en **inglés, alemán, francés, español e italiano**.

## TRANSMISIONES DIGITALES

Para transformar una **imagen analógica** (ver Fig.1) en una **imagen digital** (ver Fig.2) compuesta únicamente por niveles lógicos **0-1** se



Fig.4 Los satélites disponen de receptores que captan los programas de TV que las emisoras situadas en la Tierra transmiten hacia el satélite.

podría pensar que es suficiente con utilizar un **Convertor Analógico-Digital** corriente.

No es tan sencillo. Se precisa un **Convertor Analógico-Digital** bastante **complejo** ya que la señal analógica cambia de valor muy rápidamente. Como curiosidad por cada imagen es preciso procesar **216 millones de bits por segundo**.

Debido a esta tremenda cantidad de información se **comprime** utilizando un estándar internacional llamado **MPEG**, reduciendo la **cantidad** de información sin comprometer necesariamente la calidad de la imagen.

El mecanismo de compresión más sencillo consiste en **representar las repeticiones** de los números en lugar de representar los propios números. Por ejemplo la cadena:

1 1 1 1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 1 1

Se puede representar como:

1,7 : 0,9 : 1,6

Esta cadena indica que el **nivel lógico 1** se repite **7 veces**, luego el **nivel lógico 0** se repite **9 veces** y, por último, el **nivel lógico 1** se repite **6 veces**.

## COMPRESIÓN MPEG

**MPEG** corresponde al acrónimo de **Motion Picture Expert Group**. Se trata de un Consorcio Internacional que ha desarrollado una técnica para **digitalizar** y **comprimir imágenes** en **movimiento**, técnica que, en su segunda definición, también se utiliza en los discos **DVD (MPEG-2)**.

El proceso de **digitalización de imágenes** no es una técnica reciente, ya en el pasado se desarrollaron sistemas para transformar **señales analógicas** en **señales digitales binarias**. Para realizar esta conversión se utilizan **integrados ADC (Convertidores Analógico-Digitales)**.

Puesto que la **formación** y **compresión** de una **imagen en tiempo real** es muy compleja trataremos de explicarlo de forma que resulte fácilmente comprensible.

Para realizar imágenes en movimiento se suelen procesar **25 imágenes (frames)** por **segundo**. En un **segundo** se procesan **25 imágenes**, que realmente se parecen mucho entre sí.

Una imagen está compuesta por un **gran número** de **pequeñísimos bloques repetitivos**, que difieren poco entre ellos.

Un proceso denominado **redundancia temporal** compara los bloques, controlando en qué bloques están presentes las **diferencias** con respecto al **frame procesado anteriormente**, de forma que solo se procesan las diferencias.

Para aclarar este concepto analicemos la imagen de las Figs.5-6-7, en las que un cisne se desplaza por un lago. Inicialmente se ve la imagen con el **lago**, el **prado**, la **casa** y el **cisne** situado a la izquierda (ver Fig.5).

En la segunda y en la tercera imagen (ver Figs.6-7) el cisne que se desplaza de izquierda a derecha. Con este sistema **solo** se transmiten los bloques correspondientes al **movimiento del cisne** ya que el prado y la casa no han tenido ninguna variación.

De esta forma no hay que procesar todos los bits de las tres imágenes, se procesará la **primera** y las **variaciones** en la **segunda** y en la **tercera**.

## MODULACIÓN QPSK - QAM - OFDM

Las **señales digitales** compuestas por los niveles lógicos 0-1 se **modulan en fase** en lugar de en FM ya que así se pueden superponer **más subportadoras de audio** sin correr riesgo de interferencias.

El **demodulador** presente en los decodificadores **convierte** este **desfase** en una **tensión idéntica** a la **señal analógica** de baja frecuencia **original** (antes de que se convirtiera en una señal digital).

Los **sistemas más utilizados** para modular una señal TV son los siguientes:

**QPSK (Quadrature Phase Shift Key)**: Utilizado por las transmisiones vía satélite.



Fig.5 Para transmitir imágenes en movimiento se suelen procesar 25 imágenes (frames) por segundo. La redundancia controla si existen diferencias de una imagen (frame) con respecto a la anterior para procesar solo las diferencias.

**QAM (Quadrature Amplitude Modulation)**: Se utiliza para transmisiones por cable.

**OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing)**: Sistema utilizado para transmitir más subportadoras de audio.

## EL DECODIFICADOR para señales DIGITALES

Quienes dispongan de un receptor **TV** diseñado para recibir las **señales analógicas** es necesario que adquieran un **decodificador** para poder recibir **señales digitales** (ver Fig.3).

Los **decodificadores de TV vía satélite** se suelen distribuir por las propias **cadena de televisión** y se entregan con una tarjeta que ha insertarse en el lector que incorpora el decodificador. Esta tarjeta permite ver los programas, siempre y cuando se esté al corriente del **pago**, que suele ser **mensual**.

En cambio la mayoría de las **televisiones digitales terrestres (TDTs)** emiten en **abierto**, por lo que **no** es necesario **pagar ninguna cuota** para ver cientos de canales. Los **decodificadores TDT** se pueden adquirir en **cualquier comercio** que distribuya dispositivos electrónicos.



Fig.6 Con respecto a la Fig.5 se puede apreciar que el cisne se ha desplazado hacia la derecha. Solo se reemplazarán los bloques correspondientes a la imagen del cisne ya que la casa y el prado no han sufrido variaciones.



Fig.7 Puesto que el cisne se ha desplazado más a la derecha solo se reemplazarán los bloques de la parte inferior. Utilizando la redundancia no es necesaria una tasa de 216 millones de bits por segundo ya que se procesa menos información.



Fig.8 Para poder recibir señales digitales es preciso un Decodificador que se conecta al televisor mediante un conector Scart (ver Fig.3). Los decodificadores para satélite incorporan un lector de tarjetas ya que las emisiones suelen ser codificadas y de pago. En cambio los decodificadores para televisión digital terrestre (TDT) no incorporan lector de tarjeta ya que las emisiones son en abierto y gratuitas.

Al encender el decodificador por primera vez explorará automáticamente todo el rango de frecuencias, los valores SR y los valores FEC.



Fig.9 El Decodificador incorpora un mando a distancia que permite de cambiar de emisora, ajustar el audio, etc. En el manual que incorpora el mando se encuentran detalladas todas las funciones que realiza y la descripción de cada una de las teclas.

## FEC (Forward Error Correction)

El **FEC** es un circuito que **reduce** la probabilidad de que se produzcan **errores** durante la **recepción** en la interpretación de los niveles lógicos 0-1 en presencia de **señales débiles**.

El método consiste en **controlar** el tren de **bits recibidos**. Si la secuencia de bits está **incompleta** la **reconstruye** como si fuera la secuencia que realmente habría tenido que recibir.

Por ejemplo, la secuencia:

**1,7 : 0,9 : 1,6**

precisa que el **nivel lógico 1** se repita **7 veces**, que el **nivel lógico 0** se repita **9 veces** y, por último, que el **nivel lógico 1** se repita **6 veces**. Si solo se recibe **8 veces** el nivel **lógico 0** el decodificador lo **detecta** y **añade** el **0** que faltaba.

El **FEC** siempre viene expresado en forma de **fracción**. Este dato es **elegido** por la **emisora TV**, no puede ser modificado.

Un **FEC** de **1/2** significa que por cada **bit transmitido** se **añade 1 bit de control**. Con un **FEC** de **1/2** el receptor **reconstruirá** prácticamente **todos los errores** producidos en la transmisión.

Un **FEC** de **2/3** significa que por cada **2 bits transmitidos** se **añade 1 bit de control**.

Un **FEC** de **3/4** significa que por cada **3 bits transmitidos** se **añade 1 bit de control**.

Un **FEC** de **5/6** significa que por cada **5 bits transmitidos** se **añade 1 bit de control**. Con un **FEC 5/6** hay una **menor corrección de errores**, en todo caso si la señal tiene una amplitud suficiente no notaremos ninguna diferencia.

Tomando como referencia los **dBmicrovoltios** de un **Medidor de Campo analógico**, el **nivel mínimo** de la señal que tiene que llegar al decodificador varía en función del **FEC**:

**FEC 1/2** señal mínima **65 dBµV**  
**FEC 2/3** señal mínima **68 dBµV**  
**FEC 3/4** señal mínima **70 dBµV**  
**FEC 5/6** señal mínima **72 dBµV**

## LNB (Convertidor LOW NOISE BLOCK)

El **convertidor LNB** instalado en el brazo de las **antenas parabólicas** de recepción de **TV vía satélite** tiene la función de **amplificar** la señal recibida y **convertirla** a una **frecuencia más baja** para poder ser sintonizada por el **Decodificador**.

Las bandas de satélite **10,75-11,75 GHz** y **11,75-12,75 GHz** se **convierten** al rango **950-1.750 MHz**.

Para poder recibir las emisoras con **polarización horizontal (H)** o con **polarización vertical (V)** se **varía la tensión de alimentación**. Por último también se aplica una **frecuencia de 22 KHz**, esto es la frecuencia utilizada en los LNB anteriores a la llegada de las transmisiones digitales.

#### Tensión 13 voltios

Polarización Vertical de **10,7 a 11,7 GHz**

#### Tensión 18 voltios

Polarización Horizontal de **10,7 a 11,7 GHz**

#### Tensión 13 voltios + 22 KHz

Polarización Vertical de **11,7 a 12,75 GHz**

#### Tensión 18 voltios + 22 KHz

Polarización Horizontal de **11,7 a 12,75 GHz**

## BER y QEF

La medida **BER (Bit Error Rate)** expresa en una **señal digital** la **relación** entre los **bits procesados erróneamente** y el **número total** de bits.

Un término similar, utilizado únicamente para el formato **MPEG-2**, es **QEF (Quasi Error Free)**. En este caso indica el número de **errores no corregibles por hora**.

Estas medidas **no** proporcionan ninguna **información** útil sobre la **reflexión** de las señales, como sí lo hace la medida **SWR (Standing Wave Ratio)**, en español **ROE (Relación de Ondas Estacionarias)**. Por este motivo los **instaladores** utilizan **poco** las medidas **BER** y **QEF**.

## SWR (ROE)

Prácticamente todos los **radioaficionados** saben que cuando **no** hay una correcta **adaptación de impedancia** entre el cable coaxial y la entrada de un receptor o la salida de un transmisor se produce una **reflexión** de parte de la **onda** (medida en **SWR**).

En el mundo digital tanto la salida del **convertidor LNB** como el **cable coaxial** y la entrada del **decodificador** están ajustadas a una impedancia d **75 ohmios**, por lo que la causa **no** suele ser la presencia de **diferentes valores**.

Se suelen producir **reflexiones** cuando se **deforma** el **cable coaxial**. Es aconsejable **no en-**



Fig.10 En el mástil de las antenas parabólicas siempre hay un convertidor LNB cuya función es amplificar las frecuencias de 10,75 a 12,7 GHz y convertirlas en frecuencias de 950 a 1.750 MHz. Para poder recibir todas las emisoras con polarización Vertical y Horizontal es necesario modificar la tensión de alimentación del LNB, operación que realiza el Decodificador.



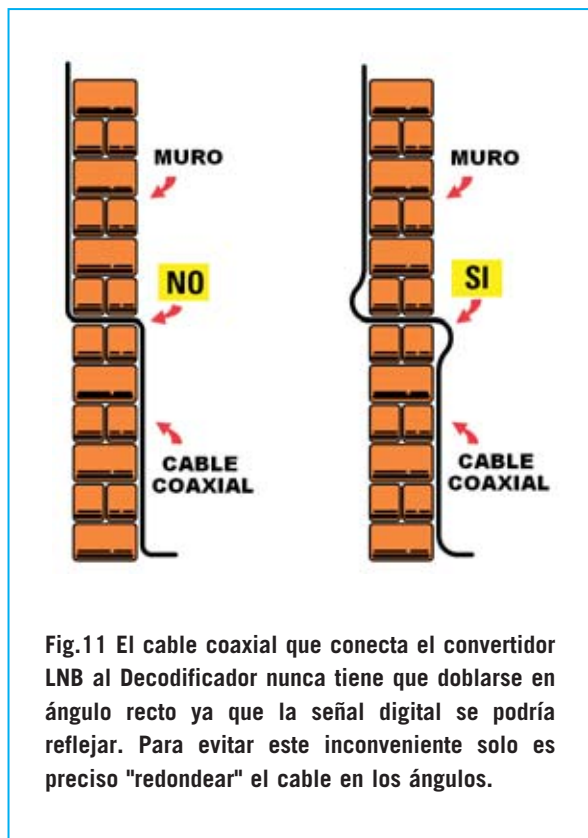


Fig.11 El cable coaxial que conecta el convertidor LNB al Decodificador nunca tiene que doblarse en ángulo recto ya que la señal digital se podría reflejar. Para evitar este inconveniente solo es preciso "redondear" el cable en los ángulos.

rosar el cable y tampoco hacer **ángulos muy pronunciados**. Es conveniente pasar los cables "redondeando" los ángulos (ver Fig.11).

En efecto, en presencia de **ángulos en L** muy marcados se introducen **elevadas atenuaciones** en la señal digital, de hecho puede llegar a no aparecer nada visible en pantalla.

Con un sencillo símil se entenderá fácilmente la causa de este hecho: Si doblamos en **L** una **manguera (conductor)** por la que circula **agua (electricidad)** no saldrá nada de agua por la boquilla ya que toda **retrocederá (reflexión)**.

## GLOSARIO

**AZIMUT:** Término utilizado para indicar la **posición horizontal** de un **satélite** con respecto a nuestra **posición actual** sin utilizar las referencias a la longitud Este/Oeste. Como veremos en artículos siguientes el azimut parte de un mínimo de **90 grados** (Este) y alcanza un máximo de **270 grados** (Oeste). El punto Sur corresponde a **180 grados**.

**ELEVACIÓN:** Ángulo correspondiente a la **posición vertical** con respecto del **suelo**.

**LONGITUD:** Nuestra posición en grados con respecto del **meridiano de Greenwich**.

**LATITUD:** Nuestra posición en grados con respecto del **Ecuador**.

**BW (Band Width):** Ancho de banda de una señal.

**C/N (Carrier Noise):** Relación entre la potencia de una **portadora (Carrier)** y la potencia del **ruido (Noise)**. Mide la **calidad** de una imagen **analógica**.

**Banda C (rango 3,7 - 4,2 GHz):** Rango utilizado para cubrir **varios continentes**.

**Banda KU (rango 10,70 - 12,75 GHz):** Rango de frecuencias utilizado en la mayoría de los **satélites europeos**.

**LNB (Low Noise Block):** Convertidor situado en el mástil de una **parábola** (ver Fig.3).

**SR (Symbol Rate):** Indica el **valor del ancho de banda (BW)**. Un SR de 27.500 corresponde a un ancho de banda de 27,5 MHz.

**BER (Bit Error Rate):** **Relación** entre los **bits procesados erróneamente** y el **número total** de bits (señales digitales).

**FEC (Forward Error Correction):** Circuito que **reduce** la probabilidad de que se produzcan **errores** durante la **recepción** en la interpretación de los niveles lógicos 0-1 en presencia de **señales débiles**. Procesa los datos recibidos realizando controles sobre unos **bits adicionales** agregados en el **emisor**, si detecta que de los datos no se han recibido correctamente trata de **corregirlos** utilizando los bits adicionales.

La **eficiencia** de corrección del **FEC** depende del número de **bits de control añadidos**.

Un **FEC** de **1/2** significa que por cada **bit** transmitido se añade **1 bit** de **control**.

Un **FEC** de **2/3** significa que por cada **2 bits** transmitidos se añade **1 bit** de **control**.

Un **FEC** de **3/4** significa que por cada **3 bits** transmitidos se añade **1 bit** de **control**.  
Un **FEC** de **5/6** significa que por cada **5 bits** transmitidos se añade **1 bit** de **control**.

Un **FEC** de **3/4** protege la señal **mejor** que un **FEC** de **5/6** ya que añade bastantes **más bits** de control a la información.

**REDUNDANCIA:** Técnica que controla si en el frame de una imagen existen **diferencias** con respecto al **frame anterior** para procesar únicamente las diferencias (ver Figs.5-6-7).

**MPEG:** Estándar internacional utilizado para efectuar la **compresión** digital de **imagen en movimiento**. Para procesar la imagen en tiempo real se precisa una tasa de **216.000.000 bits por segundo**.

**QPSK (Quadrature Phase Shift Key):** Sistema utilizado para **modular** una señal de TV en transmisiones **vía satélite**.

**QAM (Quadrature Amplitude Modulation):** Sistema utilizado para **modular** una señal de TV en transmisiones por **cable**.

**OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing):** Sistema utilizado para transmitir **más subportadoras** de **audio**.

**DECODIFICADOR:** Los más populares son los **Decodificadores digitales de satélite** y los **Decodificadores digitales terrestres**. Los dos decodifican la señal de TV procedente de una antena. La diferencia sustancial es que el decodificador de **satélite** recibe la señal de un satélite en órbita geoestacionaria a través de una **parábola**, mientras que el decodificador **terrestre** recibe la señal desde la **misma antena** con la que recibimos las **estaciones analógicas** de **TV**. Actualmente muchas TV llevan integrado un decodificador digital terrestre.

**PARÁBOLA de FOCO PRIMARIO:** Antenas que utilizan un **reflector** con forma parabólica en los que el **LNB** se encuentra en el **punto focal** del **paraboloide**, debido a lo cual el LNB provoca una **“sombra”**. En aplicaciones civiles han sido superadas por las parábolas de offset.

**PARÁBOLA de OFFSET:** Antenas cuyo reflector está situado en la **parte superior** del **paraboloide** evitando así el efecto de bloqueo debido a la sombra del LNB. Se utilizan en recepción de señales de **media/baja potencia**. Tiene una **elevada calidad** y **robustez mecánica**, que se traduce en una mayor seguridad en la instalación.

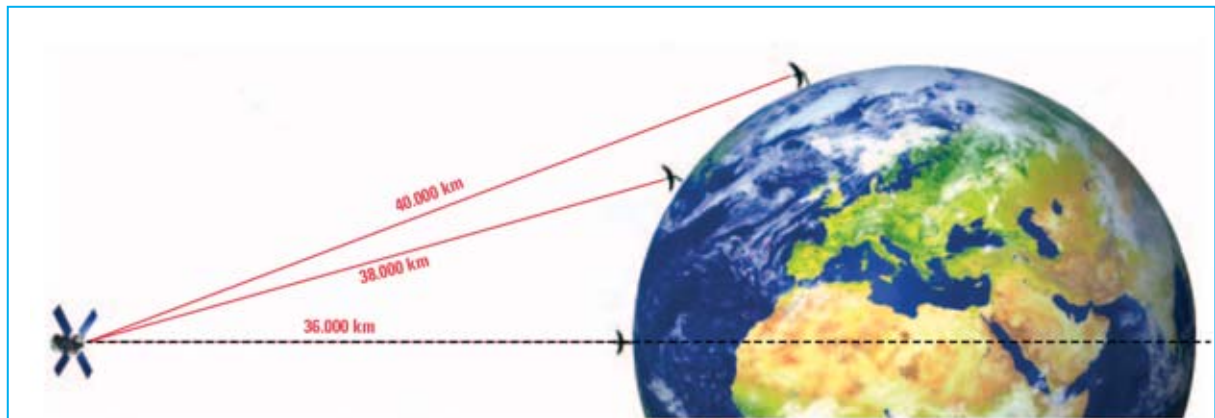


Fig.12 Puesto que satélites geoestacionarios se encuentran a una distancia de 36.000 Km sobre el Ecuador cuanto más nos alejamos hacia el Norte o el Sur más aumenta la distancia de nuestro punto de recepción con respecto del satélite, por esta razón hay que bajar nuestro ángulo de elevación. Si nos encontráramos exactamente sobre la línea del ecuador deberíamos orientar la parábola con una inclinación de 90 grados, mientras si nos encontráramos el polo Norte solo habría que inclinarla unos pocos grados. La península Ibérica se encuentra entre el paralelo 36° y el 43,50°.